Ueber das

# Leitungs-Vermögen

wässriger Lösungen

der

## Kohlensäure

INAUGURAL-DISSERTATION

der

**mathematischen und naturwissenschaftlichen Fakultät**

der

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

W. F. KNOX

aus CHELTENHAM (England).

STRASSBURG i. E.
Buchdruckerei C. Gœller, Magdalenengasse 20
1894.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547613_0132

# Einleitung.

In einer von E. Pfeiffer im Jahre 1884 veröffentlichten Arbeit [1]) „über die elektrische Leitungsfähigkeit des kohlensauren Wassers und eine Methode, Flüssigkeitswiderstände unter hohen Drucken zu messen," befanden sich Untersuchungen über die Leitungsfähigkeit von Lösungen von Kohlensäure in Wasser unter Drucken, welche zwischen etwa 1 Atmosphäre und 25 Atmosphären lagen.

Die Temperaturen, bei welchen der Verfasser diese Untersuchungen vorgenommen hat, waren etwa 0° und 12,5°.

Aus seinen auf diese Weise erzielten Zahlen berechnet er noch weiter eine Curve für 18°, welche ebenfalls die Beziehung zwischen Leitungsfähigkeit und absorbirtem Kohlensäure-Gehalt darstellt. Die notwendigen Drucke werden erzielt durch Anwendung des Cailletet'schen Apparats, die Widerstandsmessungen werden mittelst einer Siemens'schen Brücke durchgeführt. Da die Kohlensäure durch ihre unvermeidliche

[1]) Wied. Ann. 23, p. 625, 1884.

Anwesenheit eine wichtige Rolle in dem Leitungsvermögen des Wassers spielt, so ist gerade die Kenntnis ihrer verdünnten Lösungen von höchstem Interesse. Ueber diese lässt sich aber nach den von Professor Kohlrausch gefundenen und später von Ostwald ausführlich untersuchten Eigenschaften schwacher Säuren und Basen aus dem Leitungsvermögen stärkerer Lösungen nichts Sicheres schliessen.

Vorliegende auf Anregung von Professor Kohlrausch unternommene Arbeit befasst sich hauptsächlich mit der Ausführung dieser Untersuchungen an schwachen Lösungen unter dem Sättigungsdrucke von etwa $^1/_{40}$ bis 2 Atmosphären. Die erzielten Resultate lassen sich mit denjenigen von Pfeiffer vereinigen, so dass nunmehr der ganze Verlauf der Curven von etwa 17 mm Quecksilberdruck bis etwa 25 Atmosphären festgestellt ist.

Um diese Untersuchungen ausführen zu können, wurde ein besonders hierzu construirtes Glasgefäss, Fig. I, hergestellt, welches behufs Herstellung der erforderlichen niedrigen Drucke mit einer Jolly'schen verstellbaren Quecksilbersäule in Verbindung war.

Die Temperaturen, unter welchen die Untersuchungen ausgeführt wurden, waren etwa 12,5° und 18,0°.

## §. 1.

### Erzeugung und Reinigung der Kohlensäure.

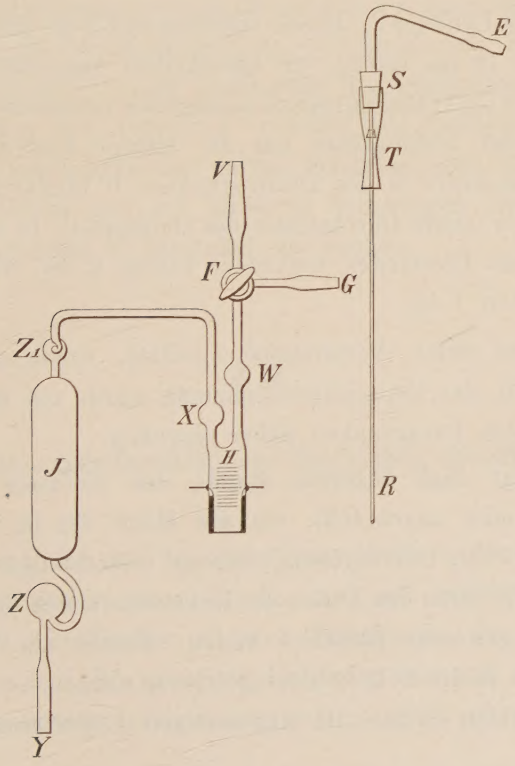
Die Kohlensäure wurde erzeugt in einem Kipp'schen Apparate (A in Fig. II) mittelst reiner Salzsäure und weissen Marmors.

Die Reinigung erfolgte, indem die Kohlensäure durch vier Waschflaschen hindurchgeleitet wurde; die erste ($B_1$ in der Figur) war mit übermangansaurem Kalium gefüllt zum Oxydiren von Spuren eventuell vorkommenden Schwefelwasserstoffs. Die Gefässe $B_2$, $B_3$ enthielten doppelt kohlensaures Natron zum Zurückhalten etwaiger mitgerissener Salzsäure, während die Waschflasche $B_4$ mit destillirtem Wasser angefüllt war.

## §. 2.

### Das Messgefäss.

Figur I.



In Fig. I ist E ein Rohr, welches in ein Kapillarrohr R ausgezogen war. E wurde durch einen Gummipfropfen S hindurchgeführt, welcher in das Glasstück T eingepasst war. T bestand aus einem Schliff an seinem unteren Ende und einer glockenartigen Erweiterung an seinem oberen Ende. Schliff T war auf den in Fig. I mit V bezeichneten Schliff aufgepasst. Kapillarrohr R reichte mit seinem Ende, nachdem T auf V aufgeschoben war, durch den Dreiweghahn F hindurch bis zum Boden des Messgefässes H.

Die Kohlensäure wurde durch ER geleitet und durch das in H befindliche Untersuchungswasser hindurchgetrieben.

Da Cylinder J, dessen Durchmesser 3 cm und dessen Länge 13 cm betrug, mit Quecksilber angefüllt, und T mittelst des Gummipfropfens hermetisch verschlossen war, blieb der Kohlensäure nur der einzige Ausweg durch den Ausläufer G des Dreiweghahnes F hindurch.

Der innere Durchmesser des Gefässes H, in welchem sich die Electroden befanden, betrug 2 cm, die Höhe desselben 7 cm.

Auf seine Widerstandscapacität, sowie auf die Methode der Capacitätsbestimmung werde ich im nachfolgenden Paragraphen näher eingehen.

Auf dem äusseren Rande des Gefässes waren Teilstriche angebracht, um die Höhe des im Gefässe befindlichen Untersuchungswassers festzustellen.

Da durch den Druck der Kohlensäure sich im Untersuchungswasser Bläschen bilden, welche als Wassertropfen in die Röhren hineingetrieben werden, so wurden auf beiden Seiten die kugelartigen Erweiterungen W

und X geschaffen, um diese Wassertropfen aufzusammeln und deren Weiterhinaufsteigen zu verhindern.

Die Oeffnung Y wurde in Verbindung mit einem in ein Manometer umgestalteten Jolly'schen Luftthermometer gesetzt.

Der Cylinder J war dazu bestimmt, Quecksilber aufzunehmen, um einen beliebigen Druck in Gefäss H herzustellen, welcher alsdann auf der Luftthermometer-Scala abzulesen war.

Kugel Z hat den Zweck, Luftbläschen aufzusammeln, welche möglicherweise aus dem Gummischlauche des Luftthermometers aufsteigen könnten.

Die kugelartige Erweiterung $Z_1$, in welcher sich eine hakenförmige Glasspitze befand, war dazu bestimmt, etwaige Quecksilberkügelchen, welche an den Wänden des Cylinders J nach Entleerung des Quecksilbers und Umdrehen des Apparates während der Reinigung desselben möglicherweise haften geblieben sein könnten, aufzunehmen und ein weiteres Vordringen derselben in das Gefäss H unmöglich zu machen.

## § 3.

### Widerstands-Capacität und Bestimmung derselben.

Bevor ich auf die eigentliche Methode der Capacitätsbestimmung näher eingehe, muss ich vorausschicken, dass das Messgefäss H nach Beendigung der Untersuchung bei 18° schadhaft geworden war und reparirt werden musste, infolgedessen wir es mit zwei verschie-

denen Capacitäten zu thun haben, und zwar betrug die Capacität vor der Reparatur: 0,00003384 SE, nach der Reparatur: 0,00003498 SE.

Die Ermittelung der Capacität des Messgefässes H erfolgte durch concentrirte Gypslösung, für welche

$10^7 K = 1{,}77 + 0{,}045\ (t-18)$ ist[1]).

Die Gypslösung wurde mittelst eines Trichters, welcher in ein Kapillarrohr ausgezogen war, in das Gefäss H hineingeleitet.

Das Ende des Kapillarrohres reicht beinahe an das Messgefäss H heran. Durch geeignete Stellung des Dreiweghahnes F wurde das Gefäss mit einer an Ausläufer G angebrachten Luftpumpe in Verbindung gebracht und mittelst dieser die concentrirte Gypslösung in das Messgefäss hineingetrieben, bis dasselbe vollständig angefüllt war. Hierauf wurden die Widerstandsmessungen vorgenommen.

Die Temperatur wurde mittelst eines Petroleumbades regulirt; nach Ablesung der Brücke wurde ein kleiner Teil der Lösung mittelst eines langen Kapillarrohres, welches mit der Wasserluftpumpe in Verbindung stand, entfernt, und sodann die Messungen des Leitungsvermögens wieder aufgenommen.

Dieses Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis die Lösung zur ungefähren Höhe der Electroden herabgesunken war.

Da man das Gefäss beliebig anfüllen konnte, so hielt ich es für das Zweckmässigste, dasselbe bei den Untersuchungen immer bis zu einem bestimmten Teilstriche zu füllen.

---

[1]) Kohlrausch und Rose, Wied. Ann. 50, 133, 1893.

Vor Eingang in die eigentliche Untersuchung wurde dann die Capacität in der Nähe dieses Punktes mehrmals bestimmt. Der Widerstand betrug vor der Reparatur bei 18,2° 190,1 SE, nach derselben bei 17,4° 194,3. Daraus folgen die auf voriger Seite gegebenen Capacitäten.

## § 4.

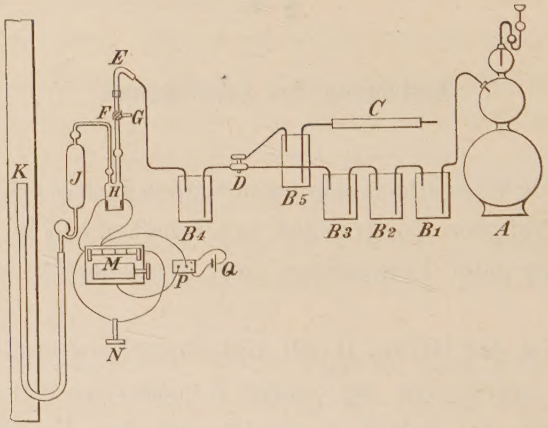
### Ausführung des Experimentes.

Die Widerstandsmessungen wurden nach der Methode von Professor Kohlrausch mit Telephon und Wechselströmen unter Verwendung einer Walzenbrücke ausgeführt.

Um das Gefäss H mit Untersuchungswasser anzufüllen, wurde ein mit einem Kapillarrohr versehener Trichter auf Schliff V gesetzt und das Kapillarrohr durch den Dreiweghahn F hindurchgeführt. Zuvor wurde jedoch Quecksilber in den Cylinder J hineingebracht bis beinahe an die Verengerung zwischen J und $Z_1$. Ausläufer G des Dreiweghahnes F wurde alsdann in Verbindung mit einer Wasserluftpumpe gebracht, um das in den Trichter eingeführte Untersuchungswasser in das Gefäss H hineinzutreiben. Nach Füllung des Gefässes mit Untersuchungswasser wurde der Trichter abgenommen und T auf V gesetzt. Rohr E wurde mit der Waschflasche $B_4$ (Fig. II) verbunden, welche wieder mittelst eines Dreiweghahnes D mit der Waschflasche $B_5$ und einem cylindrischen Rohr C in Verbindung stand.

Dabei wurde der Hahn D so gestellt, dass die Waschflaschen $B_1$, $B_2$, $B_3$ ausgeschaltet blieben.

Figur II.




Waschflasche $B_5$ wurde mit einer starken Kalilauge angefüllt. In C befanden sich Aetz-Kalistücke. Beide haben den Zweck, die Kohlensäure aus der Luft zu entfernen. Diese so gereinigte Luft wurde mittelst einer an Ausläufer G angebrachten Wasserluftpumpe durch das Untersuchungswasser getrieben, um in demselben enthaltene Kohlensäure gleichfalls zu entfernen.

Nachdem das Leitungsvermögen im Untersuchungs-

wasser sich constant zeigte, wurde der Hahn D so gestellt, dass $B_5$ und C ausgeschaltet wurden, und der Kipp'sche Apparat sammt den Waschflaschen mit Rohr E in Verbindung gesetzt wurde. Der Kipp'sche Apparat wurde hierauf in Thätigkeit gesetzt und Kohlensäure durch das Untersuchungswasser getrieben, bis das Leitungsvermögen sich ebenfalls constant zeigte, was gewöhnlich nach etwa 60 Minuten der Fall war. Während dieser Zeit wurden einige notwendige Vorbereitungen getroffen, um noch in den Röhren des Messapparates befindliche Luft zu entfernen; es wurde zuerst die Wasserluftpumpe von G entfernt, dann wurde G mit einem grossen cylindrischen Gefäss in Verbindung gebracht. Dieses Gefäss füllt sich allmählig mit der aus Ausläufer G fliessenden Kohlensäure an. Es wurde dann das Quecksilber aus J langsam herausgelassen, wodurch sich die Kugeln W und X (Fig. I) mit einem Gemisch von Kohlensäure und Luft anfüllten.

Es dürfte hierdurch klar gestellt sein, dass, wenn das Quecksilber vorkommenden Falles zu schnell aus J abgelassen wurde, das in Verbindung mit G angebrachte Gefäss als Reservoir für Kohlensäure diente und ein Eindringen von Luft in den Apparat verhinderte. Nachdem das Quecksilber unten an dem Gefäss angelangt war, wurde wieder Quecksilber in den Cylinder J getrieben bis oben an.

Dieses Verfahren wurde mehrmals vorgenommen, bis sich schliesslich im Apparat nur eine Kohlensäure-Atmosphäre befand.

Nach Eintreten des Sättigungszustandes wurde das Kapillarrohr R vorsichtig aus dem Gefässe herausgehoben, und der Hahn F so gestellt, dass beide Aus-

läufer V und G abgestellt waren; gleichzeitig wurde das an G angebrachte cylindrische Gefäss entfernt. Die Kohlensäure im Apparat stand unter Barometerdruck. Die Messungen wurden in folgender Weise ausgeführt:

Es wurde zunächst der Druck im Apparat allmählig gesteigert durch Erhöhung des Quecksilbers in J. Diese allmählig vorgenommenen Druckverstärkungen betrugen jeweilig etwa 250 mm, bis sie sich schliesslich auf etwa 1500 mm summirten. Nach Verstärkung des Druckes wurde das Untersuchungswasser im Gefäss durch Schütteln in heftige Bewegung gesetzt, welches Schütteln etwa 10 Minuten ausgeführt wurde. Alsdann wurde der Apparat einige Zeit in Ruhe gelassen, bis die Temperatur wieder constant war; hierauf wurden das Leitungsvermögen, die Temperatur und der Druck gemessen.

Dann wurde das Schütteln wiederholt, bis in den darauf vorgenommenen Messungen ein Gleichgewichtszustand eintrat.

Wenn der Druck, wie wir erwähnt haben, etwa 1500 mm erreicht hatte, wurde derselbe wieder erniedrigt, und es wurde künstlich versucht, annähernd dieselben Gleichgewichtszustände wiederherzustellen.

Sobald der Barometerdruck wiederhergestellt war, wurden die Untersuchungen, welche jedesmal ungefähr einen Tag in Anspruch genommen haben, unterbrochen, um die Einwirkung eines Druckes von aussen während der Nachtstunden zu vermeiden, welche bei weiterer Verminderung des Druckes eingetreten sein würde.

Am nächsten Tage wurde zuerst die Kohlensäure unter Druck gebracht; hierauf wurde der Hahn an Aus-

läufer G langsam geöffnet, wodurch das Quecksilber in Cylinder J stieg, bis derselbe beinahe angefüllt war. Der Hahn wurde abgedreht und der Druck um etwa 250 mm unter Barometerdruck vermindert; hierauf wurden die Untersuchungen über Leitungsvermögen, Temperatur und Druck, wie Tags zuvor, wieder aufgenommen.

Nach Eintreten des Gleichgewichtszustandes wurde der Druck etwas erhöht und das Untersuchungswasser geschüttelt, bis ein lauter Ton im Telephon hörbar wurde. Es wurde dann wie früher der Versuch gemacht, den Druck auf den ursprünglichen Betrag zurückzubringen. Nach Sinken des Quecksilbers bis zum unteren Teil des Gefässes wurde, um weitere niedrige Drucke zu erzielen, die Wasserluftpumpe in Thätigkeit gesetzt, wodurch Kohlensäure entfernt und das Quecksilber in Cylinder J zum Steigen gebracht wurde. Sobald eine genügende Erniedrigung des Druckes stattgefunden hatte, wurde der Hahn F wieder geschlossen.

Das vorerwähnte Verfahren wurde wiederholt, bis der niedrigste Druck erreicht war; sodann wurde die Pumpe entfernt und der Hahn F langsam aufgemacht, um Luft in den Apparat eindringen zu lassen. Das Stück T wurde auf V gesetzt, E mit $B_2$ und den Kalilaugengefässen verbunden und Luft mittelst der an G angebrachten Wasserpumpe durch das Untersuchungswasser getrieben; dieses Durchtreiben der Luft wurde fortgesetzt, bis ein Gleichgewichtszustand herrschte.

Die Erfahrung zeigte, dass das Leitungsvermögen des Wassers, welches zwischen $10^{10}\,\lambda = 0{,}95$ und $10^{10}\,\lambda = 2$ lag, nach Beendigung des Experimentes sich um 0,7 bis 1,7 erhöht hatte.

Auf diese Erhöhung werde ich am Schlusse der Arbeit nochmals zurückkommen.

## § 5.

### Resultate.

Die folgenden zwei Tabellen I und II geben die erzielten Resultate von zwei Untersuchungsreihen an, nach abnehmenden Drucken geordnet.

Die in Spalte P befindlichen Zahlen bezeichnen den Druck in mm, t die Temperatur während der Widerstandsmessung und $\lambda$ die elektrische Leitungsfähigkeit bei dieser Temperatur ohne Abzug des Wasserwertes.

Die Leitvermögen sind mit $10^{10}$ multiplicirt.

TABELLE I.

| Exp. Reihenfolge. | * | P | t | $\lambda_t$ | Exp. Reihenfolge. | * | P | t | $\lambda_t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mm | ° | | | | mm | ° | |
| 4 | ∧ | 1501,7 | 12,34 | 53,97 | 10 | ∨ | 525,5 | 11,85 | 31,95 |
| 5 | ∨∧ | 1495,9 | 12,53 | 54,06 | 12 | ∨ | 352,0 | 12,82 | 26,36 |
| 6 | ∨ | 1286,4 | 12,53 | 50,26 | 13 | ∧∨ | 351,6 | 12,92 | 26,36 |
| 3 | ∧ | 1281,2 | 12,35 | 49,92 | 14 | ∨ | 249,4 | 12,63 | 22,17 |
| 7 | ∨ | 1025,6 | 12,53 | 44,98 | 16 | ∧∨ | 143,3 | 12,45 | 16,71 |
| 2 | ∧ | 1012,1 | 12,05 | 44,40 | 15 | ∨ | 143,0 | 12,53 | 16,71 |
| 1 | — | 762,4 | 11,65 | 38,54 | 17 | ∨ | 77,3 | 12,45 | 12,43 |
| 8 | ∨ | 750,3 | 13,22 | 38,63 | 18 | ∧∨ | 76,7 | 12,73 | 12,43 |
| 9 | — | 738,8 | 11,36 | 36,57[1]) | 19 | ∨ | 26,5 | 12,63 | 7,74 |
| 11 | ∧∨ | 531,0 | 12,15 | 32,21 | 20 | ∨ | 17,7 | 12,73 | 6,60 |

*) ∧ Druck erhöht.
∨ Druck erniedrigt.
∧∨ Druck erhöht und dann erniedrigt.
— Keine künstliche Aenderung.

[1]) Wegen einer Beobachtungsstörung sind diese Zahlen und die hiervon abgeleiteten Werte nicht zuverlässig.

TABELLE II.

| Exp. Reihenfolge. | * | P | t | $\lambda_t$ | Exp. Reihenfolge. | * | P | t | $\lambda_t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mm | 0 | | | | mm | 0 | |
| 4 | ∧ | 1449,0 | 18.20 | 58,14 | 12 | ∨ | 344,8 | 17,78 | 27,91 |
| 5 | ∨∧ | 1449,0 | 18,05 | 58.03 | 13 | ∨∧ | 342,1 | 17,83 | 27,81 |
| 6 | ∨ | 1239,4 | 18,05 | 53,47 | 15 | ∧∨ | 247,6 | 17,93 | 23,69 |
| 3 | ∧ | 1237,1 | 17,98 | 53,49 | 14 | ∨ | 243,7 | 17,88 | 23,47 |
| 2 | ∧ | 994,0 | 17.88 | 48,08 | 18 | ∧ | 149,6 | 17,95 | 18,67 |
| 7 | ∨ | 987,3 | 18,05 | 47,85 | 16 | ∨ | 146,0 | 17,95 | 18,20 |
| 1 | – | 74[illegible],4 | 17,7[illegible] | 41,55 | 17 | ∧ | 145,1 | 17,95 | 18,24 |
| 9 | — | 726,9 | 17,44 | 40,48 | 20 | ∧∨ | 63,6 | 17,95 | 12,33 |
| 8 | ∨ | 726,0 | 17,34 | 40,62 | 19 | ∨ | 63,5 | 17,95 | 12,25 |
| 10 | ∨ | 506,3 | 17,59 | 33,87 | 21 | ∨ | 16,6 | 17,93 | 6,67 |
| 11 | ∨∧ | 497,7 | 17,73 | 33,56 | 22 | ∧∨ | 16,6 | 17,93 | 6,73 |

Aus obigen beiden Zahlenreihen wurden alsdann die Leitungsfähigkeiten für genau 12.5° und 18.0° berechnet, sowie der Kohlensäure-Gehalt Q. Die Zahlen, welche Q darstellen, bedeuten, wie bei Pfeiffer, die von 1 ccm aufgenommenen, auf 0° und 760 mm reducirten Volumina in ccm ausgedrückt.

Die Reduction der Beobachtungen auf eine constante Temperatur erfolgte in nachstehend geschilderter Weise:

Mit der Temperatur t ändern sich gleichzeitig Leitungsvermögen $\lambda$ und Concentration Q der Lösung: es ist also:

$$\frac{d\lambda}{dt} = \frac{\partial\lambda}{\partial t} + \frac{\partial\lambda}{\partial Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t}$$

in welcher Gleichung Q den Gehalt bedeutet.

Nun ist, wie wir weiter unten sehen werden, für $CO_2$ in schwacher Lösung das Leitungsvermögen sehr

nahe proportional der Quadratwurzel aus der Concentration, also:

$$\lambda = c. \sqrt{Q},$$

$$\text{mithin} \frac{\partial\lambda}{\partial Q} = \frac{\lambda}{2Q},$$

daher ist:

$$\frac{d\lambda}{dt} = \frac{\partial\lambda}{\partial t} + \frac{\lambda}{2Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t}$$

oder:

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\partial\lambda}{\partial t} \cdot dt + \frac{1}{2Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} \cdot dt.$$

Der Ausdruck $\frac{1}{2Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t}$ lässt sich mittelst der Bunsen'schen Zahlen sofort berechnen; eine Tabelle welche die Angaben für $\frac{\partial Q}{\partial t}$ enthält, ist von Bunsen angegeben [1]).

$$12^0{,}5 \quad Q = 1{,}0835 \quad \frac{\partial Q}{\partial t} = -0{,}0365.$$

$$18^0{,}0 \quad Q = 0{,}9318 \quad \frac{\partial Q}{\partial t} = -0{,}0184.$$

Es ergiebt sich bei: $12{,}5^0 \quad \frac{1}{2Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} = -0{,}0169.$

„ „ „ $18{,}0^0 \quad \frac{1}{2Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} = -0{,}0099.$

$\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\partial\lambda}{\partial t}$ ist der relative Temperatur-Coefficient des Leitvermögens bei constantem Gehalt.

In der Arbeit von Pfeiffer befinden sich genaue Angaben über die Temperatur-Coefficienten bei hohen Drucken.

[1]) Lieb. Ann. 93, p. 1, 1855.

Um die in nachstehenden Tabellen aufgeführten Temperatur-Correctionen berechnen zu können, musste ermittelt werden, ob bei verdünnten Lösungen die Temperatur-Coefficienten untereinander grössere Abweichungen zeigten, andernfalls konnte man den Mittelwert einiger Untersuchungen in unserer Formel in Anwendung bringen.

Die Messungen wurden in einem Kohlrausch'schen, dicht schliessenden Widerstandsgefäss (Nr. 3) vorgenommen. Das Gefäss wurde so weit mit Untersuchungswasser angefüllt, dass nach Verschluss desselben nur ein kleines Bläschen sich bilden konnte.

Durch ein dünnes Röhrchen wurde Kohlensäure bis zum Boden des Gefässes geleitet, sodann wurde der Kohlensäurestrom nach kurzer Zeit unterbrochen und die Messung vorgenommen. Dieselbe erfolgte einmal bei einer Temperatur von etwa 10 °, das andere Mal bei einer solchen von etwa 20 °.

Das Gefäss befand sich in einem Petroleumbad; die für vier verschieden concentrirte Lösungen erzielten Resultate sind in der nachstehenden Tabelle III angegeben.

Der Berechnung des Temperatur-Coefficienten liegt die Annahme eines gleichmässigen Ganges zu Grunde.

TABELLE III.

| Dauer des Durchleit. der $CO_2$ | $t_1$ | $\lambda$ | $t_2$ | $\lambda$ | $\frac{1}{\lambda_{18}} \cdot \frac{\partial\lambda}{\partial t}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | | 0 | | |
| 3′ | 10,19 | 25,66 | 20,39 | 34,10 | 0,02576 |
| Bis Sättigung | 10,08 | 31,13 | 20,17 | 41,35 | 0,02587 |
| | | | Frische Füllung. | | |
| 3′ | 10,30 | 19,59 | 20,97 | 26,21 | 0,02546 |
| 8′ | 10,74 | 28,48 | 20,75 | 37,51 | 0,02575 |

Mittel Temp. Coeff.:

$$\frac{1}{\lambda_{18}} \cdot \frac{\partial\lambda}{\partial t} = 0{,}02571$$

und

$$\frac{1}{\lambda\, 12{,}5} \cdot \frac{\partial\lambda}{\partial t} = 0{,}0300$$

Für eine verdünntere Lösung, nämlich mit dem Leitvermögen $\lambda_{18} = 9{,}7$ fand Professor Kohlrausch den Wert

$$\frac{1}{\lambda_{18}} \cdot \frac{\partial\lambda}{\partial t} = 0{,}0259$$

in Zimmertemperatur merklich unveränderlich.

In allen diesen Zahlen sprechen sich regelmässige Aenderungen nicht aus. Es wurden dieserhalb die obigen Mittelwerte in unserer Formel in Anwendung gebracht, infolgedessen erhalten die Temperaturcorrectionen um 12,5° und 18,0° nachstehende einfache Gestalten:

für 12,5° $d\lambda = (0{,}0300 - 0{,}0169)\ \lambda\ .\ dt = 0{,}0131\ \lambda dt.$

für 18,0° $d\lambda = (0{,}0257 - 0{,}0099)\ \lambda\ .\ dt = 0{,}0158\ \lambda dt.$

Tabelle IV $^{a}$ gibt die Resultate obiger Untersuchungen bei 12,5° an und Tabelle IV $^{b}$ zur Ergänzung die Pfeiffer'schen Resultate für dieselbe Temperatur.

In Tabelle V befinden sich die für 18° geltenden Resultate. Besondere Spalten in Tabelle IV $^{a}$ und V enthalten die Leitvermögen des Wassers $\lambda_w$ (vgl. S. 20/21). Darauf folgen die Werte $\lambda - \lambda_w$, d. h. die Leitvermögen, welche man durch Abrechnung des Wassers erhält. Bei Pfeiffer ist das Wasser ($\lambda_w$ = 5 bis 6) nicht abgerechnet.

Ueberall ist der Factor $10^{-10}$ hinzuzufügen.

Den Gehalt an Kohlensäure Q erhält man wie folgt:

Bei 12,5° absorbirt 1 ccm Wasser 1,0830 ccm $CO_2$ bei einem Druck von 760 mm. [1])

Daher ist bei einem Druck von P mm $Q = \frac{1{,}083}{760} \cdot P$ = 0,001425 P, was z. B. für Beobachtung Nr. 8: $\frac{1{,}083}{760} \cdot 750{,}3$ gibt und daher: Q = 1,069.

Bei 18° ist $Q = \frac{0{,}9318}{760} \cdot P = 0{,}001226\ P$.

[1]) Siehe Bunsen, Lieb. Ann. 93 p. 1. 1855.

## TABELLE IV [a]

für 12,5 °.

| Exp. Reihen-folge. | $\lambda$ | $\lambda_w$ | $\lambda - \lambda_w$ | Q | Exp. Reihen-folge. | $\lambda$ | $\lambda_w$ | $\lambda - \lambda_w$ | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 54,08 | 1,66 | 52,42 | 2,140 | 10 | 32,22 | 1,87 | 30,35 | 0,749 |
| 5 | 54,04 | 1,70 | 52,34 | 2,132 | 12 | 26,25 | 1,93 | 24,32 | 0,502 |
| 6 | 50,24 | 1,73 | 48,51 | 1,833 | 13 | 26,21 | 1,97 | 24,24 | 0,501 |
| 3 | 50,02 | 1,63 | 48,39 | 1,826 | 14 | 22,13 | 2,00 | 20,13 | 0,355 |
| 7 | 44,96 | 1,76 | 43,20 | 1,462 | 16 | 16,72 | 2,07 | 14,65 | 0,204 |
| 2 | 44,66 | 1,60 | 43,06 | 1,442 | 15 | 16,70 | 2,03 | 14,67 | 0,204 |
| 1 | 38,97 | 1,56 | 37,41 | 1,086 | 17 | 12,44 | 2,10 | 10,34 | 0,110 |
| 8 | 38,27 | 1,80 | 36,47 | 1,069 | 18 | 12,39 | 2,13 | 10,26 | 0,109 |
| 9 | 37,12 | 1,83 | 35,29 | 1,053 | 19 | 7,74 | 2,17 | 5,57 | 0,0878 |
| 11 | 32,32 | 1,90 | 30,42 | 0,757 | 20 | 6,60 | 2,20 | 4,40 | 0,0252 |

## TABELLE IV [b]

(Pfeiffer) für 12,5 °.

| $\lambda$ | Q | $\lambda$ | Q | $\lambda$ | Q | $\lambda$ | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 156,2 | 20,03 | 136,3 | 14,25 | 102,3 | 8,44 | 64,2 | 3,40 |
| 154,2 | 19,45 | 134,2 | 13,89 | 103,3 | 7,64 | 46,4 | 1,68 |
| 144,7 | 17,75 | 129,4 | 13,36 | 97,7 | 7,33 | 46,1 | 1,67 |
| 139,1 | 15,72 | 121,3 | 10,46 | 96,1 | 6,73 | 46,9 | 1,67 |
| 137,6 | 15,70 | 115,0 | 10,38 | 92,8 | 6,35 | 39,5 | 1,00 |
| 136,6 | 15,17 | 115,3 | 9,79 | 77,0 | 4,34 | 37,5 | 0,95 |
| 138,2 | 15,06 | 109,4 | 9,09 | 73,0 | 4,15 | 36,6 | 0,92 |

TABELLE V

für 18.0 °.

| Exp. Reihenfolge. | $\lambda$ | $\lambda_w$ | $\lambda - \lambda_w$ | Q | Exp. Reihenfolge. | $\lambda$ | $\lambda_w$ | $\lambda - \lambda_w$ | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 57,95 | 1,25 | 56,70 | 1,776 | 12 | 28,01 | 1,86 | 26,15 | 0,423 |
| 5 | 57,98 | 1,33 | 56,65 | 1,776 | 13 | 27,89 | 1,94 | 25,92 | 0,419 |
| 6 | 53,43 | 1,41 | 52,02 | 1,519 | 15 | 23,72 | 2,09 | 21,63 | 0,303 |
| 3 | 53,51 | 1,18 | 52,33 | 1,516 | 14 | 23,51 | 2,01 | 21,50 | 0,299 |
| 2 | 48,17 | 1,10 | 47,07 | 1,219 | 18 | 18,68 | 2,32 | 16,36 | 0,183 |
| 7 | 47,81 | 1,48 | 46,33 | 1,210 | 16 | 18,21 | 2,17 | 16,03 | 0,179 |
| 1 | 41,70 | 1,03 | 40,67 | 0,917 | 17 | 18,25 | 2,24 | 16,01 | 0,175 |
| 9 | 40,84 | 1,63 | 39,21 | 0,891 | 20 | 12,34 | 2,47 | 9,87 | 0,078 |
| 8 | 41,05 | 1,56 | 39,49 | 0,890 | 19 | 12,26 | 2,39 | 9,87 | 0,078 |
| 10 | 34,09 | 1,71 | 32,38 | 0,620 | 21 | 6,74 | 2,55 | 4,19 | 0,0204 |
| 11 | 33,70 | 1,79 | 31,91 | 0,610 | 22 | 6,81 | 2,62 | 4,19 | 0,0204 |

Die Leitungsfähigkeit des Untersuchungswassers bei 12,5 ° betrug

im Anfang: 1,53
und zum Schluss: 2,20,

diejenige bei 18,0 ° betrug

im Anfang: 0,95
und zum Schluss: 2,62.

Die beobachtete Gesammtzunahme für das Leitvermögen des Wassers während einer Beobachtungsreihe wurde auf die einzelnen Beobachtungen nach der Zeit verteilt.

Aus den einzelnen zusammengehörigen Zahlen in den Tabellen IV [a] und V wurden alsdann die Mittelwerte genommen und aus diesen so gewonnenen Werten

von Q der Gehalt m an Aequivalenten $^1/_2$ $CO_2$ im Liter berechnet, welche Resultate wir in den Tabellen VI und VII finden. Es ist $m = \frac{Q \cdot s \cdot 1000}{22} = 0{,}0893\ Q$, wo $s = 0{,}001965$ die Dichtigkeit der Kohlensäure bei 0° und 760 mm, bezogen auf Wasser, ist.

TABELLE VI
für 12,5°.

| Exp. Reihenfolge. | $\lambda$ | $\lambda - \lambda_w$ | m | Exp. Reihenfolge. | $\lambda$ | $\lambda - \lambda_w$ | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4—5 | 54,06 | 52,38 | 0,1908 | 12—13 | 26,23 | 24,28 | 0,0448 |
| 6—3 | 50,23 | 48,45 | 0,1634 | 14 | 22,13 | 20,13 | 0,0317 |
| 7—2 | 44,81 | 43,13 | 0,1297 | 16—15 | 16,71 | 14,66 | 1,0182 |
| 1—8 | 38,62 | 36,94 | 0,0963 | 17—18 | 12,42 | 10,30 | 0,0098 |
| 9 | *)(37,12) | *)(35,29) | 0,0940 | 19 | 7,74 | 5,57 | 0,0034 |
| 11—10 | 32,27 | 30,39 | 0,0673 | 20 | 6,60 | 4,40 | 0,0023 |

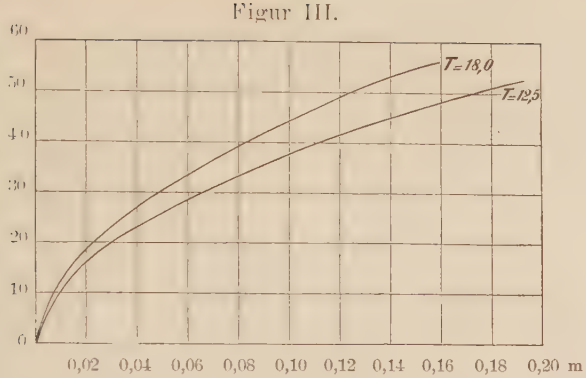
TABELLE VII
für 18,0°

| Exp. Reihenfolge. | $\lambda$ | $\lambda - \lambda_w$ | m | Exp. Reihenfolge. | $\lambda$ | $\lambda - \lambda_w$ | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4—5 | 57,97 | 56,68 | 0,1587 | 12—13 | 27,95 | 26,04 | 0,0376 |
| 6—3 | 53,47 | 52,18 | 0,1356 | 15—14 | 23,62 | 21,57 | 0,0269 |
| 2—7 | 47,59 | 46,70 | 0,1085 | 18—16—17 | 18,38 | 16,13 | 0,0160 |
| 1—9—8 | 41,20 | 39,79 | 0,0804 | 20—19 | 12,30 | 9,87 | 0,0070 |
| 10—11 | 33,90 | 32,15 | 0,0550 | 21—22 | 6,78 | 4,19 | 0,0018 |

Die folgende Figur III stellt uns eine Curve vor, auf deren Abscisse der Aequivalent-Gehalt m und auf der zugehörigen Ordinate das Leitungsvermögen mit abgezogenem Wasserwert aufgetragen worden sind.

*) Geklammert wegen Ungenauigkeit, cf. s. Seite 14.

Figur III.




Demnächst wurde die lineare Dichtigkeit, welche bekanntlich durch $m^{1/3}$ dargestellt wird, als Abscisse aufgetragen und als Ordinate das moleculare Leitungsvermögen $\frac{\lambda}{m}$.

Figur IV veranschaulicht uns diese graphische Uebertragung der Resultate unter Anschluss der Beobachtungen von Pfeiffer an stärkeren Lösungen. Die Tabellen VIII $\frac{a}{=}$ und IX geben uns die zu Grunde gelegten Zahlen an.

Tabelle VIII $\frac{b}{=}$ zeigt die Pfeiffer'schen Resultate für 12,5 °; die Zahlen für 18,0 ° über eine Atmosphäre sind der Pfeiffer'schen Curve entnommen.

TABELLE VIII $\frac{a}{=}$
für 12,5 °.

| Exp. Reihenfolge. | m | $m^{1/3}$ | $\frac{\lambda-\lambda_w}{m}$ | Exp. Reihenfolge. | m | $m^{1/3}$ | $\frac{\lambda-\lambda_w}{m}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4—5 | 0,1908 | 0,576 | 274,6 | 12—13 | 0,0448 | 0,355 | 542,3 |
| 6—3 | 0,1634 | 0,547 | 296,5 | 14 | 0,0317 | 0,317 | 634,1 |
| 7—2 | 0,1297 | 0,506 | 332,6 | 16—15 | 0,0182 | 0,263 | 804,1 |
| 1—8 | 0,0963 | 0,458 | 383,7 | 17—18 | 0,0098 | 0,214 | 1051,0 |
| 9 | 0,0940 | 0,455 | *)(375,3) | 19 | 0,0034 | 0,150 | 1651,4 |
| 11—10 | 0,0673 | 0,407 | 452,0 | 20 | 0,0023 | 0,131 | 1953,1 |

*) cfr. Seite 22.

## TABELLE VIII $^{b}/_{=}$

(Pfeiffer) für 12,5 °.

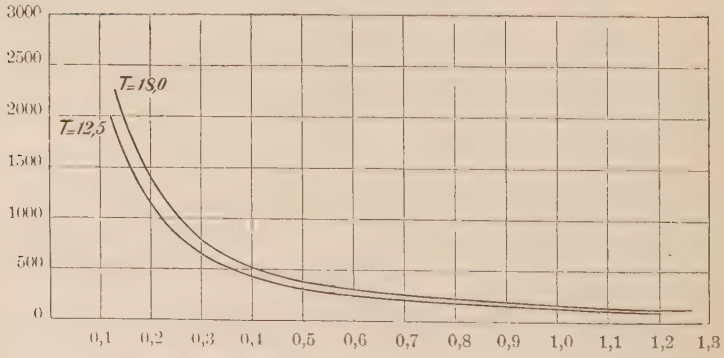
| m | $m^{1/3}$ | $\frac{\lambda}{m}$ | m | $m^{1/3}$ | $\frac{\lambda}{m}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,0855 | 0,440 | 443,5 | 0,9008 | 0,966 | 127,9 |
| 0,1495 | 0,531 | 311,0 | 0,9343 | 0,978 | 129,8 |
| 0,3037 | 0,672 | 211,4 | 1,2170 | 1,068 | 108,3 |
| 0,3792 | 0,724 | 197,8 | 1,3559 | 1,107 | 101,5 |
| 0,6077 | 0,847 | 157,2 | 1,5854 | 1,166 | 91,3 |
| 0,7181 | 0,895 | 143,2 | 1,7631 | 1,208 | 88,0 |
| 0,8119 | 0,933 | 134,7 | | | |

## TABELLE IX

für 18,0 °.

| Exp. Reihen-folge. | m | $m^{1/3}$ | $\frac{\lambda-\lambda_{\infty}}{m}$ | Exp. Reihenfolge. | m | $m^{1/3}$ | $\frac{\lambda-\lambda_{\infty}}{m}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4—5 | 0,1587 | 0,541 | 357,2 | 12—13 | 0,0376 | 0,335 | 692,7 |
| 6—3 | 0,1356 | 0,514 | 384,8 | 15—14 | 0,0269 | 0,300 | 801,8 |
| 2—7 | 0,1085 | 0,477 | 430,5 | 18—16—17 | 0,0160 | 0,252 | 1007,7 |
| 1—9—8 | 0,0804 | 0,432 | 495,2 | 20—19 | 0,0070 | 0,191 | 1418,4 |
| 10—11 | 0,0550 | 0,380 | 584,8 | 21—22 | 0,0018 | 0,122 | 2305,6 |

Figur IV.



Aus der starken Krümmung der Curven gegen die Abscisse ist ersichtlich, dass die Beweglichkeit $\frac{\lambda}{m}$ mit zunehmender Dichte sehr schnell abnimmt.

## § 6.

### Schlussfolgerungen.

Kohlrausch hatte gezeigt, dass bei den schlechtleitenden Electrolyten Essigsäure und Ammoniak in verdünnter Lösung das Leitvermögen $\lambda$ nahe der Quadratwurzel aus dem Gehalt m proportional ist. [1])

Ostwald führte diese Beziehung auf seine Dissociationsformel für wenig dissociirte Stoffe zurück. [2])

Es ist zu untersuchen, ob bei der Kohlensäure die obige Beziehung ebenfalls gilt, d. h. ob

$$\frac{\lambda}{\sqrt{m}} = a$$

constant ist.

Auf dieses Verhältniss will ich an dieser Stelle etwas näher eingehen. In sehr grosser Verdünnung entsteht, wie bekannt, bei nicht neutral reagirenden Körpern eine Unsicherheit aus dem eigenen Leitvermögen des Wassers. Zieht man dasselbe ab, so hat man die bekannte Depression, berücksichtigt man es nicht, so entstehen zu grosse Werte (für $m = 0$ ja $\frac{\lambda}{m} = \infty$.)

[1]) Wied. Ann. VI., 190, 1879.

[2]) Ostwald. Ostw.: Zeitschrift II, 270, 1880.

Ich gebe beide Werte:

TABELLE X.

| m | $\frac{\lambda}{m}$ | a | $\frac{\lambda - \lambda_w}{m}$ | a |
|---|---|---|---|---|
| | | Temp. = 12,5 ° | | |
| 0,1908 | 283,4 | 123,8 | 274,6 | 120,0 |
| 0,1634 | 306,8 | 124,1 | 296,5 | 119,9 |
| 0,1297 | 345,6 | 124,4 | 332,6 | 119,8 |
| 0,0963 | 401,6 | 124,5 | 383,7 | 119,1 |
| 0,0940 | 394,8 | 121,1 | 375,3 | 115,1 |
| 0,0673 | 480,0 | 124,5 | 452,0 | 117,2 |
| 0,0448 | 585,8 | 124,0 | 542,3 | 114,8 |
| 0,0317 | 697,2 | 124,2 | 634,1 | 113,0 |
| 0,0182 | 917,2 | 123,8 | 804,1 | 108,6 |
| 0,0098 | 1266,8 | 125,4 | 1051,0 | 104,0 |
| 0,0034 | 2294,8 | 133,3 | 1651,4 | 95,9 |
| 0,0023 | 2929,7 | 139,1 | 1953,1 | 92,7 |
| | | Temp. = 18,0 ° | | |
| 0,1587 | 365,3 | 145,5 | 357,2 | 142,3 |
| 0,1356 | 394,3 | 145,2 | 384,8 | 141,7 |
| 0,1085 | 438,6 | 144,5 | 430,5 | 141,8 |
| 0,0804 | 512,4 | 145,3 | 495,2 | 140,4 |
| 0,0550 | 616,4 | 144,5 | 584,8 | 137,1 |
| 0,0376 | 743,3 | 144,1 | 692,7 | 134,4 |
| 0,0269 | 878,1 | 144,0 | 801,8 | 131,5 |
| 0,0160 | 1148,8 | 145,3 | 1007,7 | 127,5 |
| 0,0070 | 1757,2 | 147,0 | 1418,4 | 118,4 |
| 0,0018 | 3766,7 | 159,8 | 2305,6 | 98,3 |

Man sieht, wie mit zunehmender Verdünnung die Werte a wachsen, wenn man das Wasser nicht abrechnet, und umgekehrt kleiner werden, wenn das Leitvermögen des Wassers von $\lambda$ abgezogen ist. Die ersteren Abweichungen sind aber kleiner als die letzteren und beginnen erst bei $m < 0{,}01$.

Innerhalb derjenigen Grenzen, in denen das Leitvermögen des Wassers gegen das gesammte Leitvermögen klein ist, findet man das Gesetz der Proportionalität mit $\sqrt{m}$ hinreichend nahe bestätigt. Ueber sehr verdünnte Lösungen lässt sich nichts weiter sagen.

## § 7.

### Die Veränderlichkeit des Wassers.

Es fragt sich noch, worin die Ursache der Zunahme des Leitvermögens des Wassers vom Anfang bis zum Schlusse zu suchen ist. Bei der Untersuchung um 12,5 ° betrug der Wert des Originalwassers zu Anfang 1,53, zum Schlusse 2,20; mithin die Differenz 0,67.

Bei 18,0 ° zeigten sich die Zahlen:

zu Anfang 0,95

zum Schlusse 2,62

was eine Differenz von 1,67 ergibt.

Es gibt nur 3 Möglichkeiten, wodurch diese Differenzen hervorgerufen sein könnten, und zwar:

1) durch Fremdkörper, welche im Laufe der Untersuchung in den Apparat eingedrungen sind und eine Verunreinigung der Lösung herbeigeführt haben;
2) durch Auflösen von Glas der Gefässwände des Apparates;
3) durch irgend einen Vorgang, welcher der eingeführten Kohlensäure zuzuschreiben wäre.

Für das Ausgeschlossensein der erstgenannten Möglichkeit spricht der Umstand, dass das langdauernde

Durchleiten der Kohlensäure nach einiger Zeit einen Zustand herbeiführte, der sich von da an kaum veränderte. Dasselbe zeigte sich auch bei dem Durchleiten der Luft durch kohlensäurehaltiges Wasser.

Dass die Zunahme nicht durch Auflösen von Glas bedingt worden ist, geht aus folgenden Beobachtungen hervor:

Trotzdem das Gefäss des öfteren und jeweils während der Dauer von etwa 2 Tagen mit Wasser angefüllt gewesen war, zeigte sich keine Erhöhung des Leitvermögens, wie z. B. aus nachstehenden Zahlen ersichtlich ist:

Samstag 5 Uhr PM $\lambda\, 12{,}5 = 1{,}91$

Montag $7^{30}$ Uhr AM $\lambda\, 12{,}5 = 1{,}90$.

Ueber die Möglichkeit von Nr. 3 geben die folgenden Versuche noch einigen Aufschluss.

## §. 8.

### Sättigungs- und Entsättigungs-Geschwindigkeit des kohlensauren Wassers.

Nachstehend werden noch Beobachtungen über die Zeit mitgeteilt, innerhalb deren Wasser sich durch einen Strom von Kohlensäure sättigt, oder durch Kohlensäurefreie Luft von $CO_2$ befreit wird, und zwar in den Tabellen XI und XII.

## TABELLE XI

$CO_2$ durchgeleitet für 12,5 °.

| Zeit in Secunden. | λ 12,5 | m[1]) | Zeit in Secunden. | λ 12,5 | m |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,61 | 0 | 90 | 31,40 | 0,0635 |
| 5 | 7,80 | 0,0032 | 120 | 31,99 | 0,0660 |
| 10 | 12,94 | 0,0107 | 180 | 32,64 | 0,0695 |
| 15 | 16,21 | 0,0170 | 240 | 33,21 | 0,0720 |
| 20 | 19,69 | 0,0250 | 300 | 33,73 | 0,0745 |
| 25 | 22,46 | 0,0330 | 420 | 34,56 | 0,0780 |
| 30 | 24,52 | 0,0398 | 540 | 35,25 | 0,0805 |
| 35 | 26,14 | 0,0448 | 840 | 36,20 | 0,0848 |
| 40 | 27,29 | 0,0483 | 1440 | 37,47 | 0,0910 |
| 45 | 28,13 | 0,0508 | 2040 | 37,95 | 0,0928 |
| 50 | 28,81 | 0,0538 | 2640 | 38,41 | 0,0950 |
| 55 | 29,37 | 0,0555 | 3660 | 38,76 | 0,0970 |
| 60 | 29,85 | 0,0570 | 4260 | 38,68 | 0,0965 |
| 70 | 30,55 | 0,0608 | 4860 | 38,76 | 0,0970 |

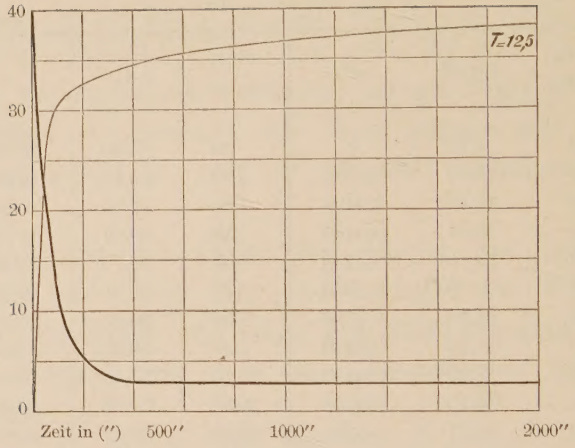
## TABELLE XII

Luft durchgeleitet.

| Zeit in Secunden. | λ 12,5 | m[1]) | Zeit in Secunden. | λ 12,5 | m |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 35,59 | 0,0825 | 100 | 10,59 | 0,0067 |
| 10 | 32,90 | 0,0705 | 110 | 9,18 | 0,0046 |
| 15 | 31,68 | 0,0653 | 125 | 7,96 | 0,0033 |
| 20 | 29,90 | 0,0575 | 140 | 6,51 | 0,0021 |
| 25 | 27,82 | 0,0500 | 160 | 5,38 | 0,0014 |
| 30 | 26,27 | 0,0450 | 190 | 4,30 | 0,0008 |
| 35 | 24,93 | 0,0405 | 220 | 3,73 | 0,0006 |
| 40 | 22,78 | 0,0345 | 280 | 3,24 | 0,0004 |
| 45 | 21,78 | 0,0310 | 400 | 2,96 | 0,00035 |
| 50 | 20,36 | 0,0268 | 700 | 2,71 | 0,0003 |
| 55 | 19,14 | 0,0240 | 1300 | 2,56 | 0,0003 |
| 60 | 18,42 | 0,0220 | 1900 | 2,42 | 0,00025 |
| 70 | 16,43 | 0,0175 | 2800 | 2,35 | 0,00025 |
| 80 | 13,85 | 0,0126 | 3700 | 2,31 | 0,0002 |
| 90 | 11,74 | 0,0088 | 4600 | 2,31 | 0,0002 |

1) Diese Zahlen sind von einer Curve entnommen, welche aus den Werten der Tabelle VI für 12,5 0 pag. 22 für λ und m in grossem Massstabe entworfen war.

Figur V.




Ich gebe zur weiteren Veranschaulichung Curven, in welchen λ (ohne Wasserabzug) als Ordinate und die zugehörige Zeit als Abscisse aufgetragen ist. Der Zuwachs des Leitvermögens des Wassers von Anfang bis zum Schluss beträgt hier:

$$2{,}31 - 1{,}61 = 0{,}70.$$

Eine ganz ähnliche Untersuchungsreihe ergab Anfangswasser λ 18,0 = 2,15 höchster Wert λ18,0 = 39,15 ; Schlusswasser 3,09 mithin eine Differenz von 0,94.

Bei der letzteren Untersuchung ist vor Durchleiten der Luft absichtlich eine längere Pause gemacht worden, sodass die ganze Untersuchung über zwei Tage sich erstreckte.

Bei den Versuchen des § 5 betrug die Versuchsdauer ebenfalls etwa zwei Tage.

Wir haben also bei allen Versuchen eine schliessliche Aenderung des Wassers von derselben Ordnung. Ganz unmöglich dürfte nicht sein, dass die Kohlensäure dem Wasser eine Veränderung erteilt, welche durch den Luftstrom nicht wieder zu beseitigen ist.

# Schlussbemerkung.

## Der Einfluss der atmosphärischen Luft auf das Leitvermögen des Wassers.

In einer kürzlich von F. Kohlrausch und Ad. Heydweiller herausgegebenen Arbeit [1]) „über reines Wasser“ haben die Verfasser Wasser aus dem leeren Raum in die Atmosphäre gebracht und die hierbei erfolgende Zunahme des Leitvermögens gemessen.

Da der Druck der atmosphärischen Kohlensäure etwa $3.10^{-4}$ Atm. beträgt, so ist der Gehalt des unter Luft befindlichen Wassers an Gramm-Aequivalenten $CO_2$ bei $18^0$ (p. 19 und 22)

$$m = 0{,}0893 \cdot 0{,}9318 \cdot 3 \cdot 10^{-4} = 2{,}5 \cdot 10^{-5},$$

also $$10^{10}\,\lambda_{18} = 145 \cdot \sqrt{m} = 0{,}56.$$

Kohlrausch und Heydweiller fanden einen Zuwachs der Leitfähigkeit um etwa $0{,}6 \cdot 10^{-10}$. Dieses stimmt also nahe mit dem eben berechneten mutmasslichen Einfluss der atmosphärischen Kohlensäure überein.

Zum Schlusse spreche ich den Herren Professor Dr. Kohlrausch und Dr. Heidweiller meinen tiefgefühlten Dank aus für das sehr freundliche Entgegenkommen bei der vorliegenden Arbeit.

---

[1]) Sitz.-Ber. der Berl. Akademie, 29. März 1894.

# Curriculum vitae.

Ich Walter F. Knox, Sohn des verstorbenen Generals R. Knox, wurde den 29. October 1866 zu Secunderabad in Indien geboren. Meine erste Schulbildung bis zum 16. Lebensjahr erhielt ich auf den öffentlichen und höheren Schulen in Cheltenham, England.

Von da ab besuchte ich während etwa 3 Jahren das Privatinstitut des Reverend H. Kenrick Adkin BA. Alsdann liess ich mich an dem „City and Guilds of London"-Institute immatrikuliren, um mich während eines Jahres in der Technik auszubilden.

Ich widmete mich dem Studium der Physik und studirte von 1886—1888 in Würzburg, seit 24. Oct. 1888 bis heute in Strassburg.

Während meiner Studienzeit hörte ich bei folgenden Herren Professoren und Docenten Vorlesungen.

a) in London: Armstrong, Ayrton, Henrici, Thompson, Unwin.

b) in Würzburg und Strassburg:
Arons, Christoffel, Cohn, Fischer, Fittig, Hallwachs, Heydweiller, Kohlrausch, Krazer, Prym, Reye.